

5

Ventil zur Steuerung einer Verbindung in einem
Hochdruckflüssigkeitssystem, insbesondere einer
Kraftstoffeinspritzeinrichtung für eine Brennkraftmaschine

10 Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einem Ventil zur Steuerung einer
Verbindung in einem Hochdruckflüssigkeitssystem,
insbesondere einer Kraftstoffeinspritzeinrichtung für eine
15 Brennkraftmaschine nach der Gattung des Anspruchs 1.

Ein solches Ventil ist durch die EP 0 840 003 A bekannt.
Dieses Ventil dient zur Steuerung einer Verbindung in einer
Kraftstoffeinspritzeinrichtung für eine Brennkraftmaschine.
20 Das Ventil weist ein Ventilglied auf, das in Richtung seiner
Längsachse verschiebbar geführt ist, das in einen
Ventildruckraum hineinragt und das im Ventildruckraum an
einer quer zu seiner Längsachse angeordneten Stirnseite eine
Dichtfläche aufweist. Das Ventilglied wirkt mit seiner
25 Dichtfläche mit einem quer zu dessen Längsachse angeordneten
Ventilsitz zum Verschließen einer vom Ventilsitz umgebenen
Öffnung gegenüber dem Druckraum zusammen. Im Ventildruckraum
herrscht dabei Hochdruck und an die Öffnung schließt sich
ein zu einem Niederdruckbereich führender Kanal an, wobei
30 durch das Ventilglied die Verbindung des Ventildruckraums
mit dem Niederdruckbereich und damit der Druck im
Ventildruckraum gesteuert wird. Bei geöffnetem Ventil, wenn
dieses mit seiner Dichtfläche vom Ventilsitz abgehoben ist,
strömt aus dem Ventildruckraum Kraftstoff in den
35 Niederdruckbereich ab. Durch den ausströmenden Kraftstoff
werden in Richtung von dessen Längsachse auf das Ventilglied
wirkende Kräfte erzeugt, die dazu führen können, dass das
Ventilglied unkontrollierte Bewegungen in Richtung seiner

Längsachse ausführt. Dies kann dazu führen, dass die Kraftstoffeinspritzung, vor allem die eingespritzte Kraftstoffmenge, nur ungenau gesteuert werden kann oder sogar ein völliger Funktionsausfall des Ventils und damit der Kraftstoffeinspritzeinrichtung auftritt. Ausserdem kann es infolge der hohen Strömungsgeschwindigkeit des aus dem Ventildruckraum in den Niederdruckbereich abströmenden Kraftstoffs und der nicht optimalen Strömungsführung bei dem bekannten Ventil zu Kavitation und damit zu Beschädigungen des Ventilglieds und/oder des Ventilsitzes kommen.

Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Ventil mit den Merkmalen gemäß Anspruch 1 hat demgegenüber den Vorteil, dass die Funktionsfähigkeit des Ventils sichergestellt ist, da auf das Ventilglied durch den aus dem Ventildruckraum ausströmenden Kraftstoff zumindest annähernd keine oder nur geringe Kräfte erzeugt werden.

In den abhängigen Ansprüchen sind vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Ventils angegeben. Die Ausbildung gemäß Anspruch 2 ermöglicht eine einfache Ausbildung des Zapfens zur Erzielung der angestrebten Wirkung. Die Ausbildung gemäß Anspruch 5 ermöglicht eine zumindest annähernd kavitationsfreie Flüssigkeitsströmung am Ventilglied und am Ventilsitz entlang.

Zeichnung

Mehrere Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen Figur 1 eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung für eine Brennkraftmaschine in einem Längsschnitt in vereinfachter Darstellung mit einem

Ventil, Figur 2 in vergrößerter Darstellung das Ventil in einem Längsschnitt gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel, Figur 3 eine gegenüber dem ersten Ausführungsbeispiel modifizierte Ausführung des Ventils, Figur 4 das Ventil in einem Längsschnitt gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel, Figur 5 das Ventil gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel mit einer Flüssigkeitsströmung und Figur 6 das Ventil gemäß einer gegenüber dem zweiten Ausführungsbeispiel modifizierten Ausführung.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

In Figur 1 ist eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung für eine Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeugs dargestellt. Die Brennkraftmaschine ist vorzugsweise eine selbstzündende Brennkraftmaschine. Die Kraftstoffeinspritzeinrichtung ist beispielsweise als sogenannte Pumpe-Düse-Einheit ausgebildet und weist für jeden Zylinder der Brennkraftmaschine jeweils eine Kraftstoffhochdruckpumpe 10 und ein mit dieser verbundenes Kraftstoffeinspritzventil 12 auf, die eine gemeinsame Baueinheit bilden. Alternativ kann die Kraftstoffeinspritzeinrichtung auch als sogenanntes Pumpe-Leitung-Düse-System ausgebildet sein, bei dem die Kraftstoffhochdruckpumpe und das Kraftstoffeinspritzventil jedes Zylinders getrennt voneinander angeordnet und über eine Leitung miteinander verbunden sind. Weiterhin kann die Kraftstoffeinspritzeinrichtung auch als Speicher-Einspritzsystem ausgebildet sein, bei dem mittels einer Hochdruckpumpe Kraftstoff in einen Speicher gefördert wird, mit dem wenigstens ein Injektor verbunden ist, an dem ein Steuerventil angeordnet ist, das wie das nachfolgend beschriebene Ventil 70 ausgebildet ist. Das nachfolgend beschriebene Ventil 70 kann außerdem auch bei einem Speicher-Einspritzsystem verwendet werden, bei dem ein Druckübersetzer vorgesehen ist, der vorzugsweise nahe am Injektor oder in den Injektor integriert ist, wobei das

Ventil 70 zur Steuerung des Druckübersetzers vorgesehen ist. Die Kraftstoffhochdruckpumpe 10 weist einen Pumpenkörper 14 mit einer Zylinderbohrung 16 auf, in der ein Pumpenkolben 18 dicht geführt ist, der zumindest mittelbar durch einen
5 Nocken 20 einer Nockenwelle der Brennkraftmaschine entgegen der Kraft einer Rückstellfeder 19 in einer Hubbewegung angetrieben wird. Der Pumpenkolben 18 begrenzt in der Zylinderbohrung 16 einen Pumpenarbeitsraum 22, in dem beim Förderhub des Pumpenkolbens 18 Kraftstoff unter Hochdruck
10 verdichtet wird. Dem Pumpenarbeitsraum 22 wird Kraftstoff aus einem Kraftstoffvorratsbehälter 24 des Kraftfahrzeugs zugeführt.

Das Kraftstoffeinspritzventil 12 weist einen mit dem
15 Pumpenkörper 14 verbundenen Ventilkörper 26 auf, der mehrteilig ausgebildet sein kann, und in dem ein Einspritzventilglied 28 in einer Bohrung 30 längsverschiebbar geführt ist. Der Ventilkörper 26 weist an seinem dem Brennraum des Zylinders der Brennkraftmaschine zugewandten Endbereich wenigstens eine, vorzugsweise mehrere
20 Einspritzöffnungen 32 auf. Das Einspritzventilglied 28 weist an seinem dem Brennraum zugewandten Endbereich eine beispielsweise etwa kegelförmige Dichtfläche 34 auf, die mit einem im Ventilkörper 26 in dessen dem Brennraum zugewandtem Endbereich ausgebildeten Ventilsitz 36 zusammenwirkt, von dem oder nach dem die Einspritzöffnungen 32 abführen. Im Ventilkörper 26 ist zwischen dem Einspritzventilglied 28 und der Bohrung 30 zum Ventilsitz 36 hin ein Ringraum 38
25 vorhanden, der in seinem dem Ventilsitz 36 abgewandten Endbereich durch eine radiale Erweiterung der Bohrung 30 in einen das Einspritzventilglied 28 umgebenden Druckraum 40 übergeht. Das Einspritzventilglied 28 weist auf Höhe des Druckraums 40 durch eine Querschnittsverringeringung eine Druckschulter 42 auf. Am dem Brennraum abgewandten Ende des
30 Einspritzventilglieds 28 greift eine vorgespannte Schließfeder 44 an, durch die das Einspritzventilglied 28

zum Ventilsitz 36 hin gedrückt wird. Die Schließfeder 44 ist in einem Federraum 46 des Ventilkörpers 26 angeordnet, der sich an die Bohrung 30 anschließt.

5 An den Federraum 46 schließt sich an dessen der Bohrung 30 abgewandtem Ende im Ventilkörper 26 eine weitere Bohrung 48 an, in der ein Steuerkolben 50 dicht geführt ist, der mit dem Einspritzventilglied 28 verbunden ist. Die Bohrung 48 bildet einen Steuerdruckraum 52, der durch den Steuerkolben 10 50 als bewegliche Wand begrenzt wird. Der Steuerkolben 50 stützt sich über eine gegenüber diesem im Durchmesser kleinere Kolbenstange 51 am Einspritzventilglied 28 ab und kann mit dem Einspritzventilglied 28 verbunden sein. Der Steuerkolben 50 kann einstückig mit dem Einspritzventilglied 15 28 ausgebildet, ist jedoch aus Gründen der Montage vorzugsweise als separates Teil mit dem Einspritzventilglied 28 verbunden.

Vom Pumpenarbeitsraum 22 führt gemäß Figur 1 durch den 20 Pumpenkörper 14 und den Ventilkörper 26 ein Kanal 60 zum Druckraum 40 des Kraftstoffeinspritzventils 12. Vom Pumpenarbeitsraum 22 oder vom Kanal 60 führt ein Kanal 62 zum Steuerdruckraum 52. Mit dem Steuerdruckraum 52 ist außerdem ein Kanal 64 verbindbar, der eine Verbindung zu 25 einem Entlastungsraum bildet, als der zumindest mittelbar der Kraftstoffvorratsbehälter 24 oder ein anderer Bereich dienen kann, in dem ein geringer Druck herrscht. Vom Pumpenarbeitsraum 22 oder vom Kanal 60 führt eine Verbindung 66 zu einem Entlastungsraum ab, die durch ein erstes 30 elektrisch betätigtes Steuerventil 68 gesteuert wird. Als Entlastungsraum kann zumindest mittelbar der Kraftstoffvorratsbehälter 24 oder ein anderer Niederdruckbereich dienen. Das Steuerventil 68 kann wie in Figur 1 dargestellt als 2/2-Wegeventil ausgebildet sein. Die 35 Schaltung des Steuerventils 68 zwischen seinen beiden Schaltstellungen erfolgt durch einen Aktor 69, der

beispielsweise ein Elektromagnet sein kann, gegen eine Rückstellfeder.

5 Zur Steuerung des Drucks im Steuerdruckraum 52 ist ein
zweites elektrisch betätigtes Steuerventil 70 vorgesehen.
Das zweite Steuerventil 70 ist als 3/2-Wegeventil
ausgebildet, das zwischen zwei Schaltstellungen umschaltbar
ist. In einer ersten Schaltstellung des Steuerventils 70 ist
10 durch dieses der Steuerdruckraum 52 mit dem
Pumpenarbeitsraum 22 verbunden und vom Entlastungsraum 24
getrennt und in einer zweiten Schaltstellung des
Steuerventils 70 ist durch dieses der Steuerdruckraum 52 vom
Pumpenarbeitsraum 22 getrennt und mit dem Entlastungsraum 24
verbunden. In der Verbindung 62 des Steuerdruckraums 52 mit
15 dem Pumpenarbeitsraum 22 ist eine Drosselstelle 63
vorgesehen und in der Verbindung 64 des Steuerdruckraums 52
mit dem Entlastungsraum 24 ist eine Drosselstelle 65
vorgesehen. Die Drosselstelle 63 kann in der Verbindung 62
stromaufwärts vor dem Steuerventil 70 oder wie in Figur 1
20 dargestellt in der Verbindung 62 stromabwärts nach dem
Steuerventil 70 angeordnet sein. Das Steuerventil 70 weist
einen Aktor 71 auf, der ein Elektromagnet, ein
piezoelektrischer Aktor oder ein magnetostriktiver Aktor
sein kann, und durch den das Steuerventil 70 gegen eine
25 Rückstellfeder zwischen seinen beiden Schaltstellungen
umgeschaltet werden kann. Die beiden Steuerventile 68,70
werden durch eine elektronische Steuereinrichtung 67
angesteuert.

30 Das zweite Steuerventil 70 wird nachfolgend anhand der Figur
2 näher erläutert. Das Steuerventil 70 weist ein Ventilglied
72 auf, das in Richtung seiner Längsachse 73 über einen
Schaft 74 verschiebbar geführt ist und das mit einem im
Durchmesser gegenüber dem Schaft 74 vergrößerten Endbereich
35 75 in einen Ventildruckraum 77 ragt. In den Ventildruckraum
77 mündet einerseits die Verbindung 62 zum Pumpenarbeitsraum

22 und andererseits die Verbindung 64 zum Entlastungsraum 24. Die Verbindung 62 verläuft dabei als ein zwischen dem Schaft 74 und einer diesen umgebenden Bohrung 76 ausgebildeter Ringspalt. Die Bohrung 76 ist im Durchmesser kleiner ausgebildet als der Ventildruckraum 77. Die in Form eines Kanals oder einer Bohrung ausgebildete Verbindung 64 mündet in einer Öffnung 78 in den Ventildruckraum 77 und ist von einer Fläche 79 umgeben, die quer, vorzugsweise zumindest annähernd senkrecht zur Längsachse 73 des Ventilglieds 72 verläuft und die einen Ventilsitz bildet. Das Ventilglied 72 weist zum Ventilsitz 79 hin einen zumindest annähernd zylinderförmigen Ansatz 80 auf, dessen Stirnseite eine Dichtfläche 81 bildet, die quer, vorzugsweise zumindest annähernd senkrecht zur Längsachse 73 des Ventilglieds 72 verläuft. Der Ansatz 80 weist einen kleineren Durchmesser auf als der Endbereich 75 des Ventilglieds 72, wobei der Durchmesser des Ansatzes 80 jedoch größer ist als der der Öffnung 78.

Die Dichtfläche 81 verläuft wie in Figur 2 dargestellt ausgehend vom äußeren Rand des Ventilglieds 72 radial nach innen derart geneigt, dass der Abstand zwischen dieser und dem Ventilsitz 79 in Richtung der Längsachse 73 des Ventilglieds 72 zunimmt. An der Dichtfläche 81 ist dadurch an deren äußerem Rand eine schmale Dichtkante gebildet, mit der die Dichtfläche 81 am Ventilsitz 79 zur Anlage kommt. Am Ventilglied 72 ist ein in die sich an die Öffnung 78 anschließende Bohrung 64 hineinragender Zapfen 83 angeordnet, der vorzugsweise einstückig am Ventilglied 72 angeformt ist. Der Durchmesser der Bohrung 64 kann anschließend an die Öffnung 78 vergrößert sein, wie dies in Figur 2 dargestellt ist. Der Zapfen 83 ist derart ausgebildet, dass durch diesen bei geöffnetem Steuerventil 70 aus dem Ventildruckraum 77 abströmender Kraftstoff derart umgeleitet wird, dass durch diesen zumindest im wesentlichen keine oder nur eine geringe resultierende Kraft in Richtung

der Längsachse 73 auf das Ventilglied 72 ausgeübt wird. Der Zapfen 83 erstreckt sich in Richtung der Längsachse 73 des Ventilglieds 72 bis auf Höhe von dessen Dichtfläche 81. Der Übergang vom inneren Rand der Dichtfläche 81 zum Zapfen 83 verläuft wie in Figur 2 dargestellt gerundet. Durch den Zapfen 83 wird somit der aus dem Ventildruckraum 77 abströmende Kraftstoff der zunächst entlang der Dichtfläche 81 etwa radial nach innen strömt derart umgeleitet, dass dieser anschließend etwa in Richtung der Längsachse 73 des Ventilglieds 72 in die Bohrung 64 strömt. Die Kraftstoffströmung wird durch den Zapfen 83 somit zunächst um etwa 90° umgelenkt. Der Zapfen 83 weist zu seinem in die Bohrung 64 ragenden Ende hin eine Verdickung 84 auf, so dass dort die Kraftstoffströmung nochmals umgelenkt wird und diese unter einem Winkel γ geneigt zur Längsachse 73 des Ventilglieds 72 von diesem weg verläuft. Der Winkel γ kann zwischen größer als 0° und etwa 90° oder auch mehr als 90° betragen. Der Zapfen 83 kann zwischen seiner Verdickung 84 und der Dichtfläche 81 eine umlaufende Ringnut 85 aufweisen, durch deren in Richtung der Längsachse 73 des Ventilglieds 72 weisende Seitenflächen die Umlenkung der Kraftstoffströmung bewirkt wird. Durch die mehrfache Umlenkung der Kraftstoffströmung an den Seitenflächen der Ringnut 85 gleichen sich die bei der Umlenkung auf das Ventilglied 72 in Richtung von dessen Längsachse 73 bewirkten Kräfte zumindest annähernd aus, so dass auf das Ventilglied 72 insgesamt zumindest annähernd keine oder nur eine geringe Kraft in Richtung der Längsachse 73 durch die Kraftstoffströmung erzeugt wird. Die Übergänge zwischen den Seitenflächen der Ringnut 85 zum Grund der Ringnut 85 und zum Umfang des Zapfens 83 sind jeweils gerundet, um Strömungsverluste gering zu halten.

Am Übergang von der Bohrung 76 in den Ventildruckraum 77 ist eine konische Übergangsfläche 87 vorgesehen, die einen zweiten Ventilsitz bildet. Am Übergang vom Endbereich 75 zum

Schaft 74 ist am Ventilglied 72 eine zweite, konische Dichtfläche 88 angeordnet, die mit dem Ventilsitz 87 zur Steuerung der Verbindung 62 zusammenwirkt. In der zweiten Schaltstellung des Steuerventils 70 liegt das Ventilglied 72 mit seiner zweiten Dichtfläche 88 am zweiten Ventilsitz 87 an, so daß die Verbindung 62 zum Pumpenarbeitsraum 22 getrennt ist. In der ersten Schaltstellung des Steuerventils 70 ist das Ventilglied 72 mit seiner zweiten Dichtfläche 88 mit Abstand vom zweiten Ventilsitz 87 angeordnet, so daß die Verbindung 62 zum Pumpenarbeitsraum 22 geöffnet ist. In der ersten Schaltstellung des Steuerventils 70 liegt das Ventilglied 72 mit seiner Dichtfläche 81 am Ventilsitz 79 an.

Es kann vorgesehen sein, dass das Ventilglied 72 durch den Aktor 71 auch in eine dritte Schaltstellung bewegt werden kann, in der es sich zwischen seinen beiden vorstehend erläuterten Schaltstellungen befindet. Durch das Ventilglied 72 wird dabei eine Verbindung des Ventildruckraums 77 mit dem Niederdruckbereich mit geringem Durchflussquerschnitt freigegeben, über die Kraftstoff aus dem Ventildruckraum 77 nur gedrosselt abströmen kann. Bei in seiner dritten Schaltstellung angeordnetem Ventilglied 72 wird somit der Druckaufbau im Steuerdruckraum 52 derart beeinflusst, dass im Steuerdruckraum 52 ein höherer Druck herrscht als bei in seiner ersten Schaltstellung angeordnetem Ventilglied 72, jedoch ein geringerer Druck herrscht als bei in seiner zweiten Schaltstellung angeordnetem Ventilglied 72. Das Steuerventil 70 ist dabei als 3/3-Wegeventil ausgebildet.

In Figur 3 ist eine modifizierte Ausführung des Steuerventils 70 dargestellt, bei der der konische Ventilsitz 87 und die konische Dichtfläche 88 des Ventilglieds 72 entfallen. Stattdessen ist das Ventilglied 72 zur Steuerung der Verbindung 62 als Schieberventilglied ausgebildet. Das Ventilglied 72 kann dabei zum Verschließen

der Verbindung 62 mit seinem Endbereich 75 dicht in die Bohrung 76 eintauchen, wodurch die Verbindung 62 verschlossen wird. Wenn das Ventilglied 72 mit seinem Endbereich 75 aus der Bohrung 76 ausgetaucht und im Ventildruckraum 77 angeordnet ist, so ist die Verbindung 62 freigegeben.

In Figur 4 ist das Steuerventil 70 gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel dargestellt, bei dem der Aufbau im wesentlichen gleich ist wie beim ersten Ausführungsbeispiel, jedoch die Ausbildung der Dichtfläche 81 modifiziert ist. Die Ausbildung des Zapfens 83 des Ventilglieds 72 ist gleich wie beim ersten Ausführungsbeispiel. Die Dichtfläche 81 ist derart ausgebildet, dass diese sich in einem äußeren Bereich 181 ausgehend von ihrem äußeren Rand radial nach innen dem Ventilsitz 79 annähert. Der Bereich 181 der Dichtfläche 81 ist dabei unter einem Winkel α zu einer Radialebene zur Längsachse 73 des Ventilglieds 72 geneigt, der vorzugsweise zumindest annähernd 5° beträgt. Der Bereich 181 der Dichtfläche 81 weist eine radiale Erstreckung l1 auf, die vorzugsweise etwa 0,3mm beträgt bei einem Durchmesser d des Ventilglieds 72 von etwa 2,5 mm. Die Dichtfläche 81 ist in einem an deren ersten Bereich 181 anschließenden zweiten Bereich 281 derart ausgebildet, dass diese sich vom Ventilsitz 79 entfernt. Der zweite Bereich 281 der Dichtfläche 81 ist dabei unter einem Winkel β zur Radialebene geneigt, der vorzugsweise zumindest annähernd 2° beträgt. Der zweite Bereich 281 der Dichtfläche 81 weist eine radiale Erstreckung l2 auf, die vorzugsweise etwa 0,6mm beträgt. Durch diese Ausbildung der Dichtfläche 81 ist in deren erstem Bereich 181 ein Strömungseinlaufbereich gebildet, in dem der aus dem Ventildruckraum 77 abströmende Kraftstoff in den kleinsten Durchflussquerschnitt zwischen der Dichtfläche 81 und dem Ventilsitz 79 eingeleitet wird, und in deren zweitem Bereich 281 ist ein Strömungsauslaufbereich gebildet, in dem der Kraftstoff aus

dem kleinsten Durchflussquerschnitt ausgeleitet wird. Der Ventilsitz 79 ist wie beim ersten Ausführungsbeispiel zumindest annähernd eben ausgebildet und liegt in einer Radialebene bezüglich der Längsachse 73 des Ventilglieds 72. Der Übergang vom Mantel des Ansatzes 80 des Ventilglieds 72 zum ersten Bereich 181 der Dichtfläche 81 ist vorzugsweise mit einem Radius R verrundet, wie dies in Figur 4 dargestellt ist. In Figur 5 wird der verbesserte Strömungsverlauf am Ventilglied 72 gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel deutlich. Während beim Ventilglied 72 gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel Strömungsablösungen beim Eintritt der Strömung in den engsten Durchflussquerschnitt zwischen der Dichtfläche 81 und dem Ventilsitz 79 auftreten, sind derartige Strömungsablösungen beim Ventilglied 72 gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel nicht oder zumindest nur in geringerem Ausmaß vorhanden. Hierdurch werden die Strömungsverluste verringert und es wird eine kavitationsfreie Strömung erreicht.

In Figur 6 ist das Steuerventil 70 gemäß einer gegenüber dem zweiten Ausführungsbeispiel modifizierten Ausführung dargestellt. Hierbei ist die Dichtfläche 81 am Ventilglied zumindest annähernd eben ausgebildet und liegt in einer Radialebene bezüglich der Längsachse 73 des Ventilglieds 72. Der Ventilsitz 79 ist derart ausgebildet, dass dieser sich in einem äußeren Bereich 179 ausgehend von seinem äußeren Rand radial nach innen der Dichtfläche 81 annähert. Der Bereich 179 des Ventilsitzes 79 ist dabei unter einem Winkel α zu einer Radialebene zur Längsachse 73 des Ventilglieds 72 geneigt, der vorzugsweise zumindest annähernd 5° beträgt. Der Bereich 179 des Ventilsitzes 79 weist ausgehend vom äußeren Rand der Dichtfläche 81 des Ventilglieds eine radiale Erstreckung 11 auf, die vorzugsweise etwa 0,3mm beträgt bei einem Durchmesser d des Ventilglieds 72 von etwa 2,5 mm. Der Ventilsitz 79 ist in einem an dessen ersten Bereich 179 anschließenden zweiten Bereich 279 derart

ausgebildet, dass dieser sich von der Dichtfläche 81 entfernt. Der zweite Bereich 279 des Ventilsitzes 279 ist dabei unter einem Winkel β zur Radialebene geneigt, der vorzugsweise zumindest annähernd 2° beträgt. Der zweite Bereich 279 des Ventilsitzes 79 weist eine radiale Erstreckung 12 auf, die vorzugsweise etwa 0,6mm beträgt. Durch diese gegenüber dem zweiten Ausführungsbeispiel umgekehrte Anordnung werden dieselben Vorteile hinsichtlich einer optimierten Strömungsführung erreicht wie beim zweiten Ausführungsbeispiel.

Nachfolgend wird die Funktion der Kraftstoffeinspritzeinrichtung erläutert. Beim Saughub des Pumpenkolbens 18 wird diesem Kraftstoff aus dem Kraftstoffvorratsbehälter 24 zugeführt. Beim Förderhub des Pumpenkolbens 18 beginnt die Kraftstoffeinspritzung mit einer Voreinspritzung, wobei das erste Steuerventil 68 durch die Steuereinrichtung 67 geschlossen wird, so daß der Pumpenarbeitsraum 22 vom Entlastungsraum 24 getrennt ist. Durch die Steuereinrichtung 67 wird außerdem das zweite Steuerventil 70 in seine zweite Schaltstellung gebracht, so daß der Steuerdruckraum 52 mit dem Entlastungsraum 24 verbunden und vom Pumpenarbeitsraum 22 getrennt ist. In diesem Fall kann sich im Steuerdruckraum 52 kein Hochdruck aufbauen. Wenn der Druck im Pumpenarbeitsraum 22 und damit im Druckraum 40 des Kraftstoffeinspritzventils 12 so groß ist, daß die durch diesen über die Druckschulter 42 auf das Einspritzventilglied 28 ausgeübte Druckkraft größer ist als die Summe der Kraft der Schließfeder 44 und der auf den Steuerkolben 50 durch den im Steuerdruckraum 52 wirkenden Restdruck wirkenden Druckkraft, so bewegt sich das Einspritzventilglied 28 in Öffnungsrichtung 29 und gibt die wenigstens eine Einspritzöffnung 32 frei.

Zur Beendigung der auf diese Weise erfolgenden Voreinspritzung wird durch die Steuereinrichtung das zweite

Steuerventil 70 in seine erste Schaltstellung gebracht, so daß der Steuerdruckraum 52 vom Entlastungsraum 24 getrennt und mit dem Pumpenarbeitsraum 22 verbunden ist. Das erste Steuerventil 68 bleibt in seiner geschlossenen Stellung. Im Steuerdruckraum 52 baut sich dabei Hochdruck wie im Pumpenarbeitsraum 22 auf, so daß auf den Steuerkolben 50 eine große Druckkraft in Schließrichtung wirkt und das Einspritzventilglied 28 in seine Schließstellung bewegt wird.

Für eine nachfolgende Haupteinspritzung wird das zweite Steuerventil 70 durch die Steuereinrichtung 67 in seine zweite Schaltstellung gebracht, so daß der Steuerdruckraum 52 mit dem Entlastungsraum 24 verbunden und vom Pumpenarbeitsraum 22 getrennt ist. Das Kraftstoffeinspritzventil 12 öffnet dann infolge der reduzierten Druckkraft auf den Steuerkolben 50 und das Einspritzventilglied 28 bewegt sich in seine Öffnungsstellung.

Zur Beendigung der Haupteinspritzung wird das zweite Steuerventil 70 durch die Steuereinrichtung 67 in seine erste Schaltstellung gebracht, so daß der Steuerdruckraum 52 vom Entlastungsraum 24 getrennt und mit dem Pumpenarbeitsraum 22 verbunden ist und sich in diesem Hochdruck aufbaut und über die auf den Steuerkolben 50 wirkende Kraft das Kraftstoffeinspritzventil 12 geschlossen wird. Nach der Haupteinspritzung kann noch eine Nacheinspritzung erfolgen, zu der das zweite Steuerventil 70 in seine zweite Schaltstellung gebracht wird. Zur Beendigung der Nacheinspritzung wird das zweite Steuerventil 70 wieder in seine erste Schaltstellung gebracht und/oder das erste Steuerventil 68 geöffnet.

Ein wie vorstehend beschrieben ausgebildetes Steuerventil 70 kann auch bei anderen Kraftstoffeinspritzeinrichtungen oder

Hochdruckflüssigkeitssystemen zur Steuerung einer Verbindung verwendet werden. Das Steuerventil 70 kann auch als 2/2-Wegeventil, als 2/3-Wegeventil oder als 3/3-Wegeventil ausgebildet sein.

5

Ansprüche

10

15

20

25

30

35

1. Ventil zur Steuerung einer Verbindung in einem Hochdruckflüssigkeitssystem, insbesondere einer Kraftstoffeinspritzeinrichtung für eine Brennkraftmaschine, mit einem Ventilglied (72), das in Richtung seiner Längsachse (73) verschiebbar geführt ist, das in einen Ventildruckraum (77) ragt, in dem zumindest zeitweise Hochdruck herrscht, und im Ventildruckraum (77) an einer quer zu seiner Längsachse (73) verlaufenden Stirnseite eine Dichtfläche (81) aufweist, mit der es mit einem quer zu seiner Längsachse (73) verlaufenden Ventilsitz (79) zum zumindest weitgehenden Verschließen einer vom Ventilsitz (79) umgebenen Öffnung (78) gegenüber dem Ventildruckraum (77) zusammenwirkt, wobei sich an die Öffnung (78) eine Verbindung (64) zu einem Niederdruckbereich anschließt, dadurch gekennzeichnet, dass das Ventilglied (72) einen in die Verbindung (64) ragenden Zapfen (83) aufweist, durch den bei mit seiner Dichtfläche (81) vom Ventilsitz (79) abgehobenem Ventilglied (72) aus dem Ventildruckraum (77) abströmende Flüssigkeit derart geleitet wird, dass durch diese zumindest annähernd keine oder nur eine geringe resultierende Kraft auf das Ventilglied (72) in Richtung seiner Längsachse (73) ausgeübt wird.

2. Ventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass aus dem Ventildruckraum (77) abströmende Flüssigkeit durch den Zapfen (83) zunächst derart umgelenkt wird, dass diese zumindest annähernd in Richtung der Längsachse (73) des Ventilglieds (72) entlang dem Ventilglied (72) in die Verbindung (64) strömt.

3. Ventil nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die abströmende Flüssigkeit durch den Zapfen (83) anschließend derart umgelenkt wird, dass diese unter einem Winkel γ zur Längsachse (73) des Ventilglieds (72) geneigt von diesem weg strömt.

4. Ventil nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Zapfen (83) zur Strömungsumlenkung der abströmenden Flüssigkeit eine umlaufende Ringnut (85) aufweist, die sich in Richtung der Längsachse (73) des Ventilglieds (72) zumindest annähernd bis auf Höhe der Dichtfläche (81) des Ventilglieds (72) erstreckt.

5. Ventil nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Dichtfläche (81) am Ventilglied (72) und/oder der Ventilsitz (79) derart ausgebildet ist, dass der Abstand zwischen der Dichtfläche (81) und dem Ventilsitz (79) in Richtung der Längsachse (73) des Ventilglieds (72) ausgehend vom äußeren Rand des Ventilglieds (72) radial nach innen zunächst abnimmt und anschließend radial nach innen wieder zunimmt.

6. Ventil nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Dichtfläche (81) des Ventilglieds (72) zumindest annähernd eben ausgebildet ist.

7. Ventil nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Ventilsitz (79) zumindest annähernd eben ausgebildet ist.

5

Zusammenfassung

10

15

20

Das Ventil weist ein Ventilglied (72) auf, das in Richtung seiner Längsachse (73) verschiebbar geführt ist, das in einen Ventildruckraum (77) ragt und im Ventildruckraum (77) an einer quer zu seiner Längsachse (73) verlaufenden Stirnseite eine Dichtfläche (81) aufweist, mit der es mit einem quer zu seiner Längsachse (73) verlaufenden Ventilsitz (79) zum zumindest weitgehenden Verschließen einer vom Ventilsitz (79) umgebenen Öffnung (78) gegenüber dem Ventildruckraum (77) zusammenwirkt. An die Öffnung (78) schließt sich eine Verbindung (64) zu einem Niederdruckbereich an. Das Ventilglied (72) weist einen in die Verbindung (64) ragenden Zapfen (83) auf, durch den bei mit seiner Dichtfläche (81) vom Ventilsitz (79) abgehobenem Ventilglied (72) aus dem Ventildruckraum (77) abströmende Flüssigkeit derart geleitet wird, dass durch diese zumindest annähernd keine resultierende Kraft auf das Ventilglied (72) in Richtung seiner Längsachse (73) ausgeübt wird.

Fig. 1

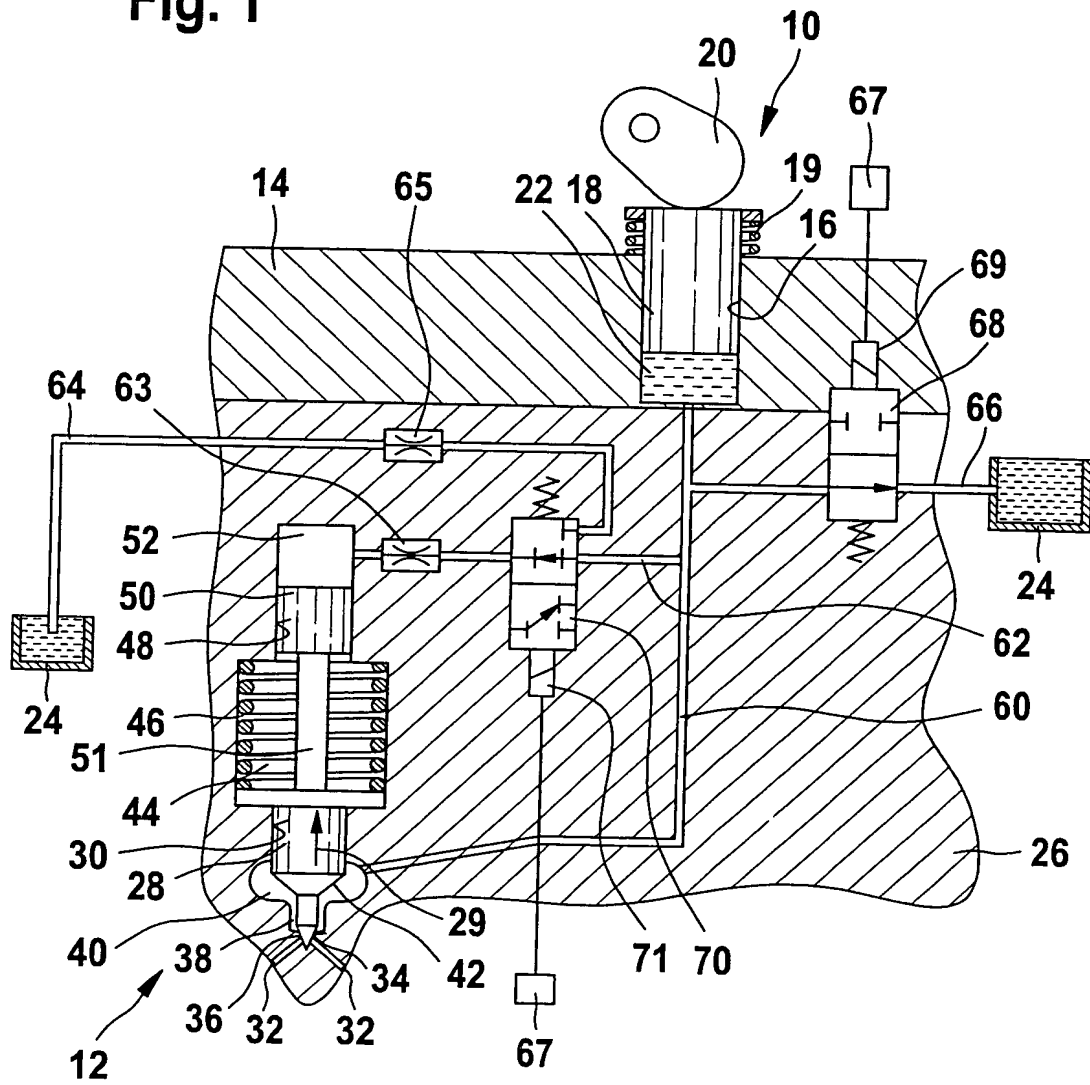


Fig. 2

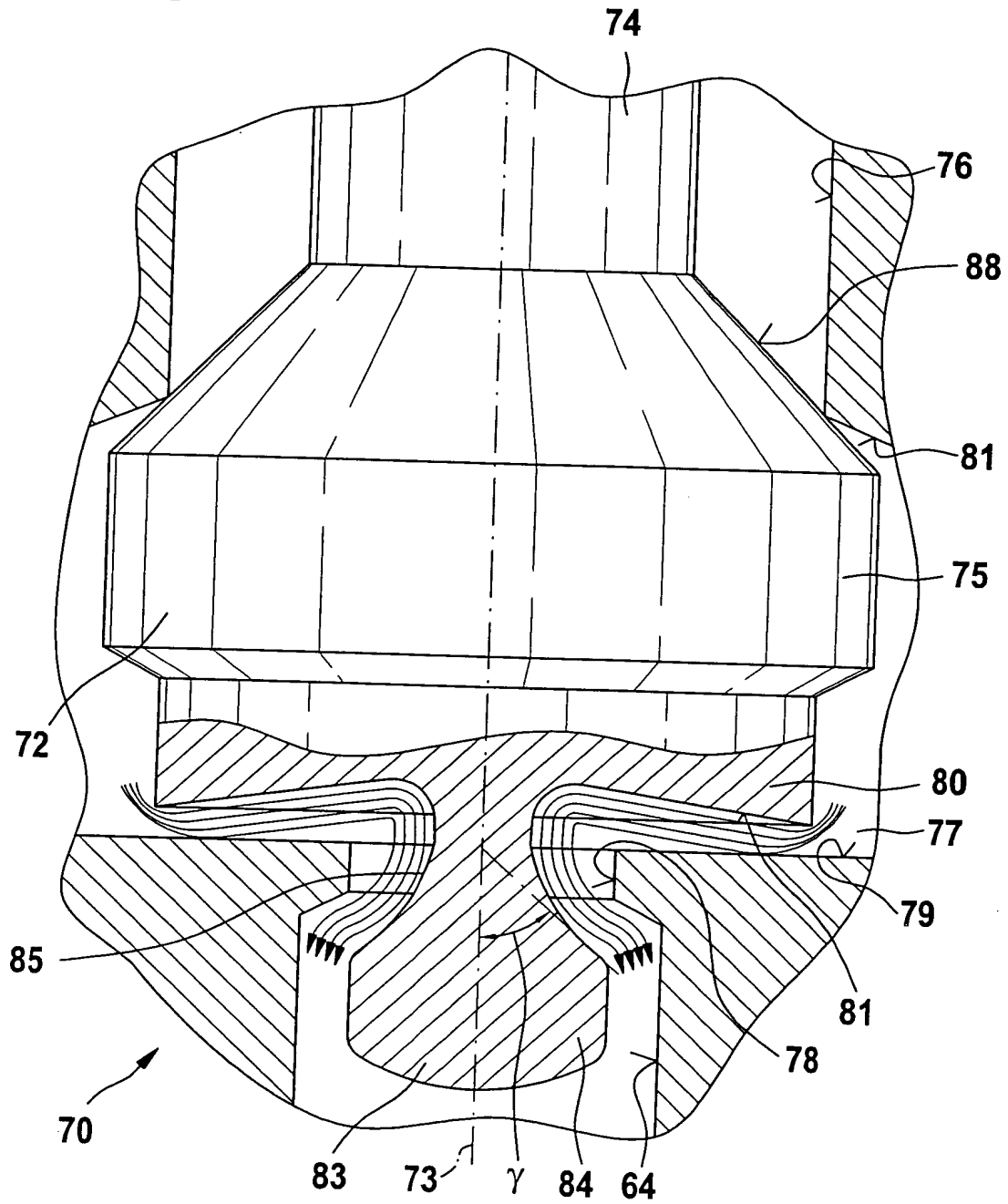


Fig. 3

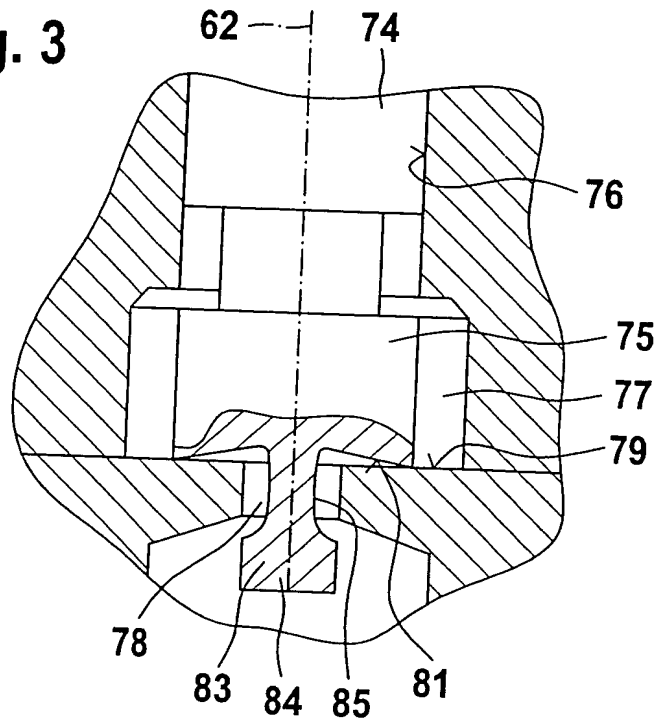


Fig. 4

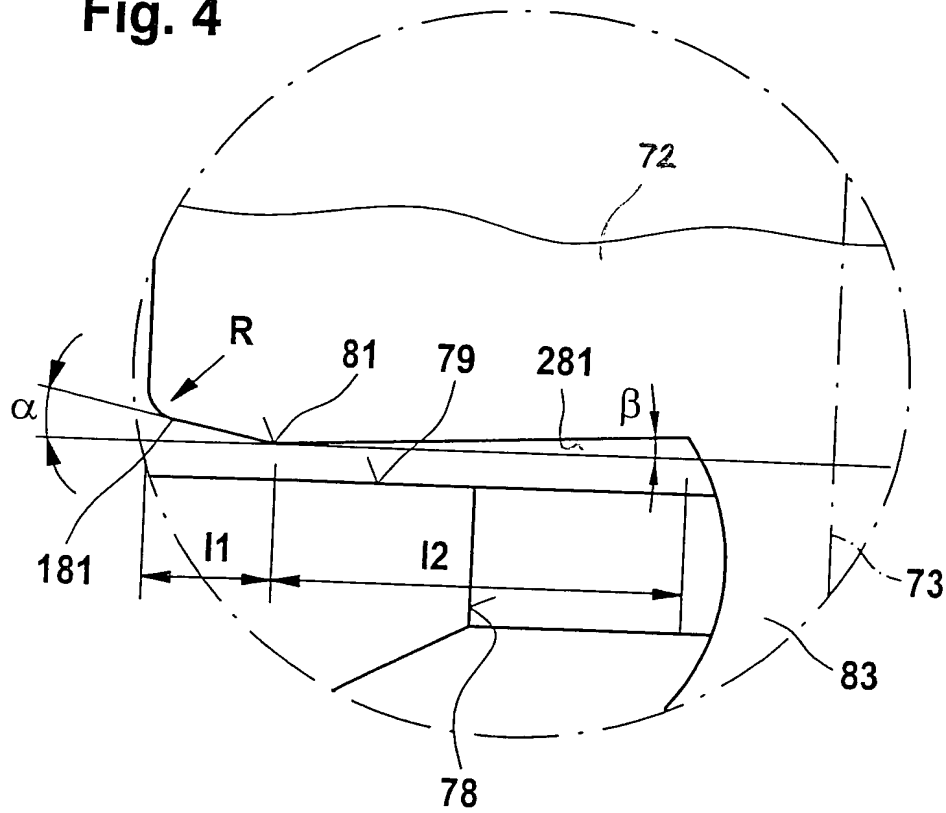


Fig. 5

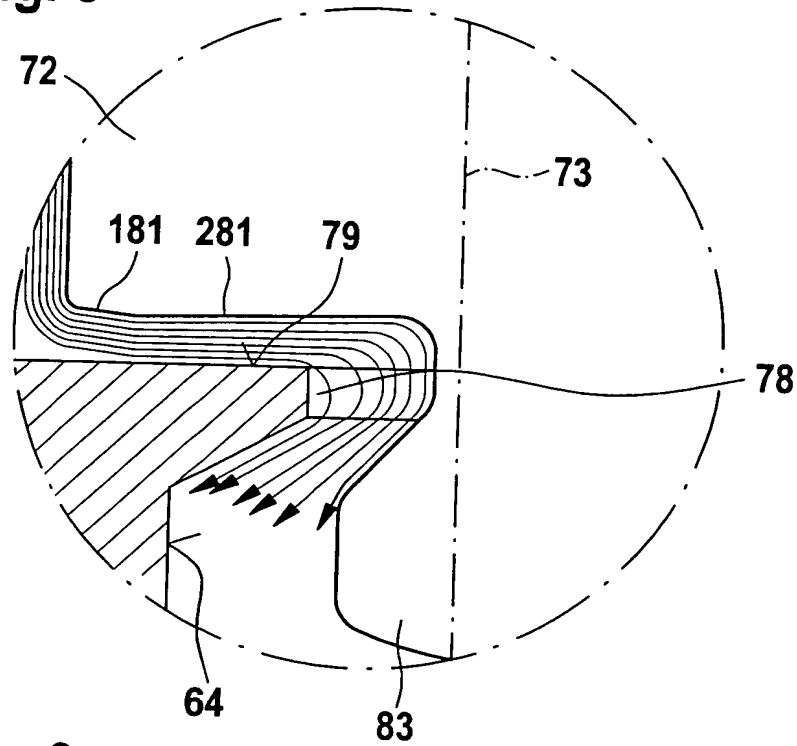


Fig. 6

